

铁路机务技术资料



蒸汽机车为什么
要改装矩形通风装置和它的
初步设计计算方法

7
—
1973

人 民 交 通 出 版 社

6261

2.5

铁路机务技术资料
蒸汽机车为什么
要改装矩形通风装置和它的
初步设计计算方法

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

(只限国内发行)

人民交通出版社印刷一厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: $2 \frac{3}{16}$ 插页: 1 字数: 43 千

1973年7月第1版

1973年7月第1版 第1次印刷

印数: 0001—8,000册

统一书号: 15044·22004 定价(科一): 0.15元

目 录

一、为什么要搞矩形 通风装置.....	1
二、介绍一个蒸汽机车矩形通风 装置初步设计计算方法.....	46
三、怎样装好、开好 扁烟筒机	118

为什么要搞矩形通风装置

交通部科学研究院
機車車輛所蒸汽機車組

蒸汽機車乏汽通风装置是联系汽机和锅炉工作的重要环节。通风装置的好坏，不但关系到锅炉蒸发能力，機車牽引力和功率的发挥，而且还显著影响燃料的消耗。传统式通风装置由于构造简单，运用可靠，故一百多年以来，一直沿用至今。但是它的最大缺点是通风效率低，一般只有6~8%。也就是说，如果乏汽喷射功率是300马力，则真正用于排除燃气的功率只有18~24马力，绝大部分乏汽能量都白白损失了。

为了提高通风效率，很久以来，国内外的科技工作者曾经研究、试制、试验过多种多样的通风装置，但收效甚少。因此有的同志认为：通风装置似乎潜力已经挖尽，没有什么搞头了。事实真是这样的吗？当然不是。问题在于是在传统式通风装置的基础上进行修修改改还是来一次彻底革命，将蒸汽机车通风装置改造成一个真正的引射器？事实证明，矩形通风装置就是对传统式通风装置的一次革命，它具有巨大的生命力，是现阶段挖掘蒸汽机车潜力的一项最有效措施，也是牵引动力革命过渡时期中，多快好省地完成运输任务的重要措施。

一、传统式通风装置及其改进

蒸汽机车乏汽通风装置的烟筒和乏汽喷口，实际上是一种乏汽引射器。由喷口

高速喷出的乏汽，其边界层与燃气发生紊流混合而将燃气排入大气，在烟箱内造成一定的真空度，以诱导火箱内的燃气，克服锅炉部分阻力而进入烟箱。一个好的通风装置，不但要使乏汽射流以较小的喷射动能排除较多的燃气量，从而提高它的通风效率；而且还必须形成适当的通风强度，使适量的空气进入火箱，保证燃料燃烧的需要。一个真正的引射器应具有这些特点。但是，一个真正引射器的高度比它的喉部直径是大得多的，一般都在7倍以上

上（即 $\frac{l_{sa}}{d_s} > 7.0$ ）。例如，一般固定锅炉的烟筒是很高的，和它的喉部直径相比远在7倍以上。可是蒸汽机车由于受到机车车辆限界的限制，烟筒高度不大，尤其是大型机车，由于它的锅炉中心线提高了，烟筒更加短了。要增大蒸汽机车的烟筒高

度既然不太可能，那末提高通风效率，必然只能采用缩小喉部直径的方法。但是烟筒喉部要保证乏汽和燃气流的顺利排出，如果将喉部缩得过小，妨碍了气流的排出，那末就不会有足够的空气量进入火箱，保证燃料的正常燃烧和锅炉的蒸发能力。因而缩小烟筒喉部直径的潜力也不是很大的。对于我国使用传统式通风装置的主型机车来说，烟筒高度和喉部直径的比值，一般只有2.0~2.5，远远达不到一个真正引射器的要求。

为了增大 $\frac{l_{sa}}{d_s}$ 的比值，国内外的科技工作者，曾经作了不少的试验研究，主要有以下几种：

1. 用压差理论改造的大烟筒

这种大烟筒的特点是缩短了由喷口到裙管入口的距离，因而加长了烟筒，但通

过理论计算出来的喉部直径不但没有缩小，反而有所增大，故通风效率提高不多。

2. 斜烟筒

斜烟筒的特点是增大烟筒的长度 l'_{sa} ，如其斜角为 32° ，则

$$l'_{sa} = \frac{l_{sa}}{\cos 32^\circ} = 1.18 l_{sa}$$

即其长度增大了18%。如图1—1上部所示。

3. 环形烟筒（即梭芯烟筒）

环形烟筒的特点，是在原有的烟筒长度条件下缩小喉部的当量直径 d_s 。根据试验研究，环形烟筒内的梭芯直径 d_b 与喉部直径 d_s 的比值应以 $\frac{d_b}{d_s} = 0.5 \sim 0.6$ 为最好。

如果采用 $d_b = 0.55 d_s$ ，则喉部面积

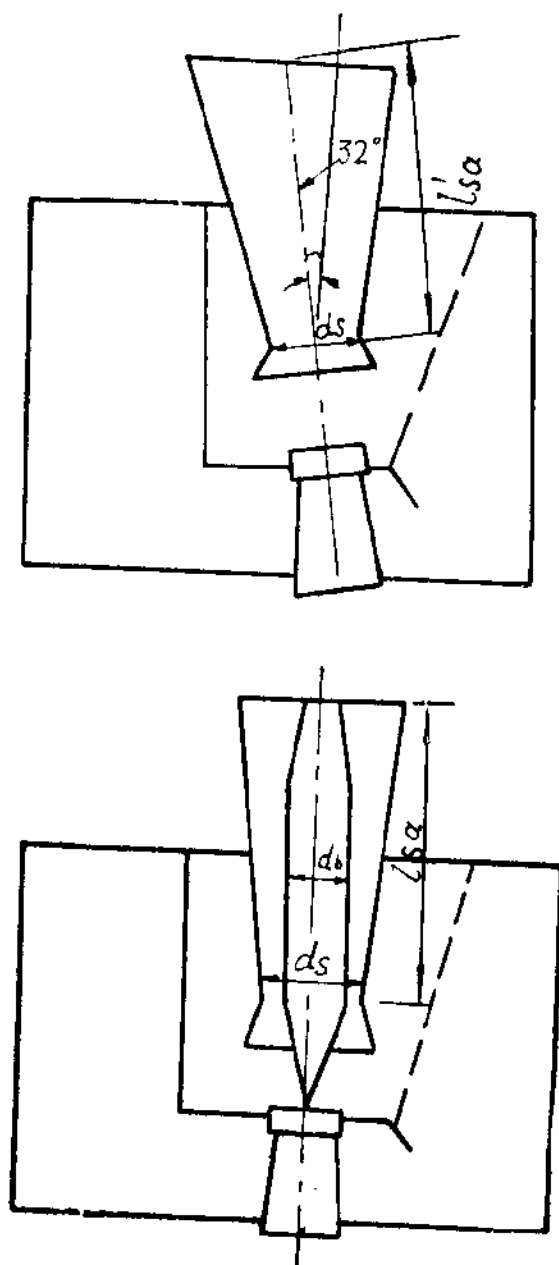


图 1—1

$$\begin{aligned}\text{缩小至 } f'_s &= \frac{\pi d_s'^2}{4} = \frac{\pi(d_s^2 - 0.3025 d_s^2)}{4} \\ &\approx 0.7 \cdot \frac{\pi d_s^2}{4},\end{aligned}$$

$$\therefore d_s' = \sqrt{0.7} d_s = 0.84 d_s,$$

$$\therefore \frac{l_{sa}}{d_s'} = \frac{l_{sa}}{0.84 d_s} \approx 1.20 \frac{l_{sa}}{d_s}。$$

即其长度与喉部直径比值增大了20%。如图1—1下部所示。

我国解放、建设、FD等主型机车曾经使用过环形烟筒。由于在烟筒中心加了一根梭芯，缩小了原有的喉部面积，形成了环形烟筒，均化了烟筒喉部与出口的速度场，提高了喉部的燃气流速，减小了乏汽与燃气混合时的冲击损失，因而提高了通风效率，放大了喷口面积，降低了汽缸背压，提高了机车牵引力，改善了汽水供应，节约了煤炭，曾经受到机车乘务员的

欢迎。但是由于缩小了的烟筒喉部被高速烟渣磨耗过大，往往不到一个架修期而烟筒打穿，因而后来被拆除了。但目前还有个别乘务组尚保留这种装置。

4. 多烟筒（图1—2）

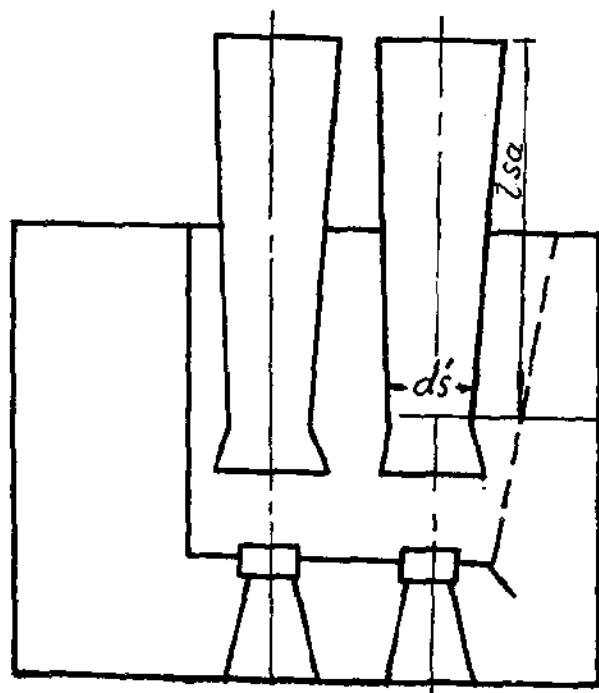


图 1—2

多烟筒的特点，是在原有烟筒长度和喉部总面积的条件下，缩小每个小烟筒的喉部直径，使小烟筒的高度与喉部直径比

值增大，从而提高通风效率。

如果用双烟筒来代替单烟筒，则

$$2 \frac{\pi d_s'^2}{4} = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

$$\therefore d_s' = \frac{d_s}{\sqrt{2}},$$

$$\therefore \frac{l_{sa}}{d_s'} = 1.414 \frac{l_{sa}}{d_s}。$$

即每个烟筒的高度与喉部直径的比值增大了41.4%。

如果用三烟筒，则

$$\frac{l_{sa}}{d_s'} = 1.732 \frac{l_{sa}}{d_s},$$

即增大了73.2%。

使用多烟筒装置，虽然从 $\frac{l_{sa}}{d_s}$ 值来说，能得到较大程度的提高，但是由于烟筒壁的增加，在混合气体的扩流过程中，增大了气流与烟筒内壁的摩擦，不利于提

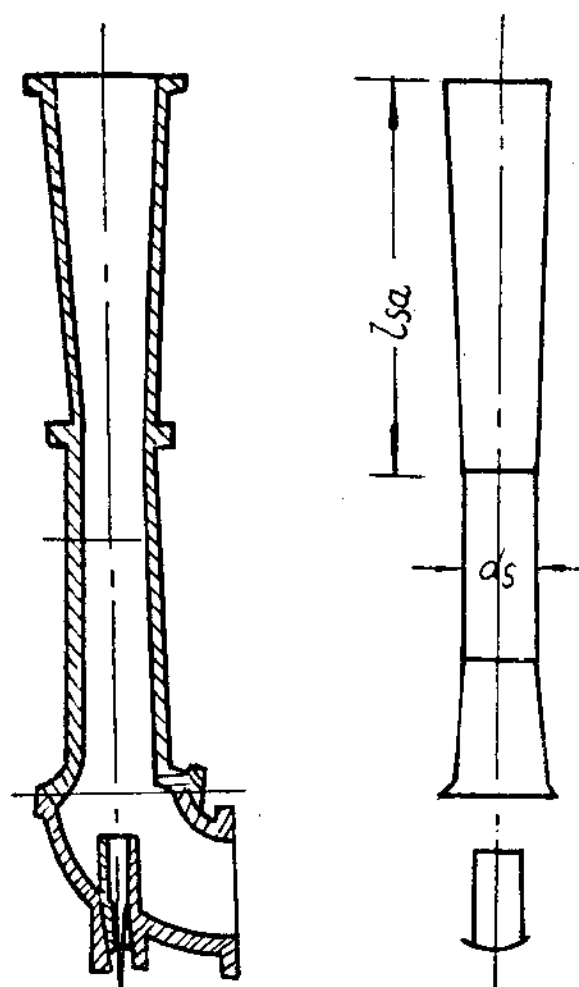
高通风效率。而且这种装置的制造、安装和检修工艺都比较复杂，因而在国外虽曾一度使用，但不久就恢复了单烟筒。

以上多种改进传统式通风装置方案，虽然或多或少地提高了 $\frac{l_{sa}}{d_s}$ 的比值，但提高的数值均在一倍以下，离开真正引射器的作用还有较大距离，因而通风效率得不到显著的提高。

二、矩形通风装置的

作用合于真正引射器的原理

矩形通风装置实质上也是一种多烟筒装置，最初是简单地用几个小的真正引射器组成（见图 1—3），成为一排分开的烟筒和喷口（见图 1—4）。但这样的装置，和多烟筒装置一样，由于增大了气流与烟筒内壁的摩擦损失，通风效率仍然不



典型真正引射器 矩形烟筒截面

图 1 — 3

高，经过研究改进，将各小烟筒沿锅炉中心线纵向扇形排列，并取消了各中间烟筒的内壁，便成为目前使用的矩形烟筒（见

图 1—5)。它的各部截面积相当于一排真正引射器的总面积，而气流与烟筒内壁的摩擦损失几乎减小了一半。

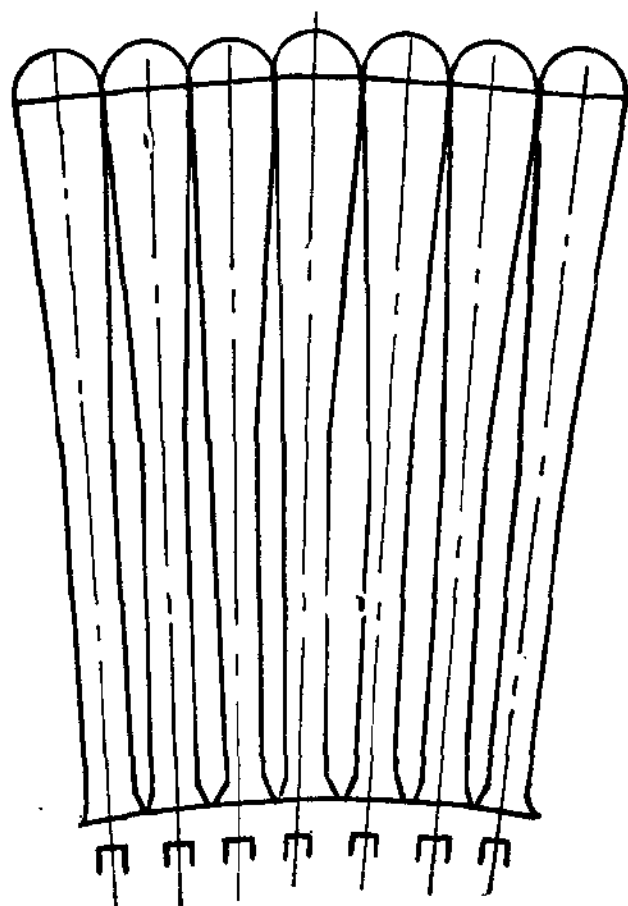


图 1—4 扇形排列的七个真正引射器

比较图 1—4 中的矩形烟筒截面与真正引射器的形状，两者是很接近的，而且

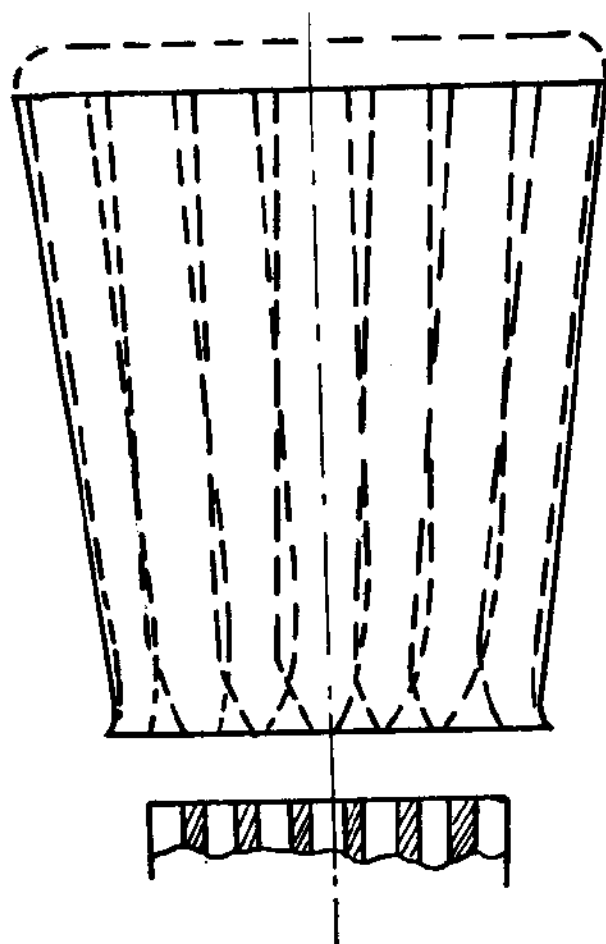


图 1—5 七个真正引射器合并成一个扁烟筒

每个小烟筒的高度与喉部直径的比值 $\frac{l_{sa}}{d_s}$ 确实达到了 7 倍以上。小烟筒的数目愈多，也就是喷口孔数愈多，则 $\frac{l_{sa}}{d_s}$ 比值也

愈大。但是，对于我国主型蒸汽机车来说，除新造的大功率前进型机车烟箱较大，有条件设计、安装7孔喷口扁烟筒外，其他主型机车，由于受到烟箱长度的限制，一般以设计、安装5孔喷口扁烟筒为宜。

三、通风装置能量平衡与

冲击能量损失

通风装置的能量来源是乏汽喷口高速喷出的乏汽射流动能，如果没有这样的动能而利用自然通风，那末燃气由烟筒排出的速度是非常慢的（即 $w_G \approx 0$ ），因此燃气自然排出的能量一般可以忽略不计

$$\left(\text{即} \frac{Gw_G^2}{2g} \approx 0\right)。$$

由于乏汽由喷口喷出的速度很高，其喷射动能是很大的，其公式为：